

УДК 581.132.144

Ю.Г. Масікевич

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОСТИХ МІЖЛІНІЙНИХ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ НА ОСНОВІ ВИВЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ

Чернівецький факультет Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

Анотація: показана можливість прогнозування величини продуктивності простих міжлінійних гібридів кукурудзи на основі значень незалежних змінних показників фотосинтетичного апарату.

Ключові слова: кукурудза., гетерозис, фотосинтетичний апарат, лінійна модель

Вступ. Явище гетерозису в рослин, що відоме в науці також під назвою «гібридної сили», проявляється в підвищеній продуктивності та життєвості гібридів першого покоління над батьківськими формами [2, 3]. Найбільшим проявом гетерозису характеризуються як правило прості міжлінійні гібриди рослин, зокрема кукурудзи – типового представника С4-рослин із "кооперативним" типом фотосинтезу [1,13, 16]. Проведеними дослідженнями нами раніше [4-10, 15] встановлено, що максимальний рівень прояву гетерозису в кукурудзи не випадковий, а базується на створенні в результаті схрещування оптимальної структури фотосинтетичного апарату, який забезпечує ефективніший перебіг енергетичних та ензиматичних процесів і, як наслідок, вищу продуктивність.

Проте, незважаючи на велике практичне значення феномену гетерозису, підбір вихідних пар для схрещування і отримання високопродуктивного організму залишається на сьогоднішній день досить тривалим та трудомістким процесом. Саме тому використання математичного моделювання для прогнозування фотосинтетично-залежної продуктивності простих міжлінійних гібридів кукурудзи є досить актуальним та необхідним.

Мета дослідження - прогнозування врожайності високогетерозисного гібридного організму за допомогою використання математичної лінійної моделі побудованої на основі вивчення фізіолого-біохімічних параметрів фотосинтетичного апарату.

Матеріал і методи дослідження.

Об'єктом дослідження були показники сухої ваги, зернової продуктивності та структурно-функціонального стану фотосинтетичного апарату (ФСА) за 13 ознаками: площа хлоропластів мезофілу, питома площа поверхні гран хлоропластів мезофілу, площа хлоропластів обкладки провідних пучків, питома площа крохмальних зерен, кількість клітин, кількість хлоропластів у клітинах мезофілу листка, кількість хлоропластів у клітинах обкладки провідних пучків, вміст хлорофілу мг/г сухої речовини, площа листків однієї рослини, активність РДФК (рибулозо-дифосфат карбоксилази), активність реакції Хілла, швидкість ЦФФ (циклічного фотофосфорилування), НЦФФ (нециклічного фотофосфорилування) 29 різних за генетичною природою форм кукурудзи.

Для прогнозування величини продуктивності рослин (сухої маси та врожаю зерна) використано раніше описану нами лінійну модель [11], що базується на теоретичних напрацюваннях [12, 14]. Даний програмний продукт містить наступні можливості щодо лінійних моделей:

1. Знаходження коефіцієнтів лінійної моделі за середніми значеннями параметрів;
2. Знаходження коефіцієнтів лінійної моделі за окремими параметрами;
3. Знаходження коефіцієнтів лінійної моделі за значеннями параметрів груп рослин, об'єднаних за певною ознакою;

Запропонована модель є розрахованою для всіх 13 незалежних змінних.

Обговорення результатів дослідження.

У роботі розглянута проблема, пов'язана з лінійним наближенням деякої сукупності даних. Показники сухої ваги та врожайності виступають в якості інтегральних значень функції (у), що залежить від значень змінних величин (х) і має вигляд:

$$y = kx + b \quad (1)$$

Цими змінними величинами ($x_1 - x_{13}$), що визначають суху вагу та зернову продуктивність рослин кукурудзи, в роботі виступають 13 показників функціонального стану та структури фотосинтетичного апарату (ФСА). Цілком зрозуміло, що кожний з цих 13 показників може виступати лімітуючим фактором при нагромадженні рослиною сухої ваги чи формуванні врожаю зерна. У графічному вигляді отримані лінійні моделі представлені на рисунках 1-3.

На рисунку 1 представлена лінійна модель для простих міжлінійних гібридів кукурудзи, що наділені максимальним рівнем прояву гетерозису по продуктивності. На представленій графічно лінійній моделі видно, що для цілого ряду показників ФСА (показників під номерами 2,3, 4, 5, 8, 10, 11, 12, 13) значення лінійного коефіцієнту рівне 0. За умови, коли $k = 0$, при b відмінному від 0, $b \neq 0$, вираз (1) набуває вигляду:

$$y = b \quad (2)$$

а отже показники продуктивності рослин повністю визначаються значенням конкретно заданої постійної величини b кожного окремо взятого параметру ФСА.

За умови, коли значення лінійного коефіцієнту відмінне від 0, $k \neq 0$, стверджується вираз (3) для кожного із досліджених параметрів ФСА:

$$y_i = k_i x_i + b_i \quad (3)$$

До показників ФСА, що підпадають під вираз функції (3) належать: площа листків однієї рослини, а також кількість хлоропластів в клітинах мезофілу та обкладки провідних пучків (показники під номерами 6,7,9, рис.1). Саме зміна цих показників вагомо впливає на величину функції (y_i) і визначає можливі розміри підвищення зернової продуктивності простих міжлінійних гібридів кукурудзи, в межах визначеного лінійного коефіцієнту (k_i). У випадку досліджень сухої ваги, такими показниками виступають вміст хлорофілу та активність РДФК (показники під номером 8, 10, рис.1) в клітинах листків простих міжлінійних гібридів. Від'ємне значення лінійного коефіцієнту (k) для площі хлоропластів мезофілу (показник під номером 1) по зерновій продуктивності, свідчить про значні обмеження можливості подальшого підвищення зернової продуктивності досліджуваних гібридних форм за рахунок даного показника. Для сухої ваги такими обмежуючими факторами виступають питома площа поверхні гран хлоропластів та питома площа крохмальних зерен (показники під номером 2, 4, рис. 1).

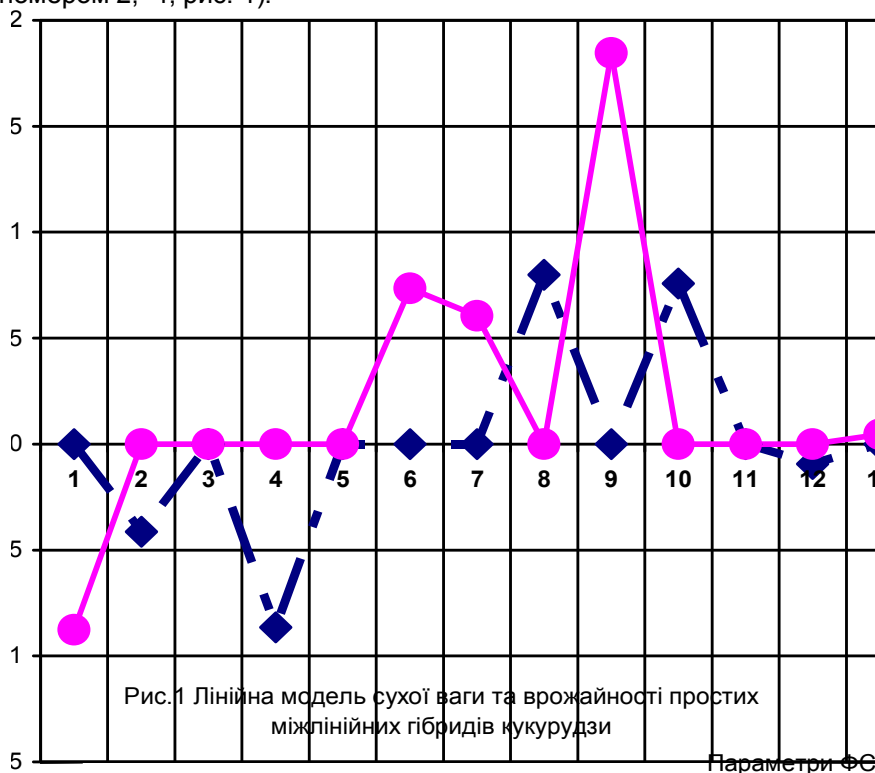


Рис.1 Лінійна модель сухої ваги та врожайності простих міжлінійних гібридів кукурудзи

Що стосується вихідних форм даних гібридів (гомозиготних ліній), то значення лінійного коефіцієнту по зерновій продуктивності (рис.2) для показників 6,7,9 як до речі і для

всіх інших показників дорівнює 0, а отже їх зернова врожайність визначається тільки константним значенням величини b (2). Що стосується сухої ваги, то найбільш визначальним фактором, зростання якого може підвищити нагромадження сухої ваги, виступає активність ферменту РДФК (показник під номером 10, рис.2), що відповідає за темнову фіксацію рослинами CO_2 в циклі Кальвіна. Від'ємні значення лінійного коефіцієнту спостерігаються для вмісту хлорофілу в листках (показник під номером 8, рис.2). Цікаво, що для високогетерозисного гібриду отриманого від схрещування даних вихідних форм, навпаки, характерно позитивне значення лінійного коефіцієнту за показником вмісту хлорофілу в листках (показник під номером 8, рис.1). А отже, для отримання високопродуктивної гібридної комбінації за показниками сухої ваги, вихідні форми повинні бути контрастними за показниками вмісту хлорофілу та активності РДФК.

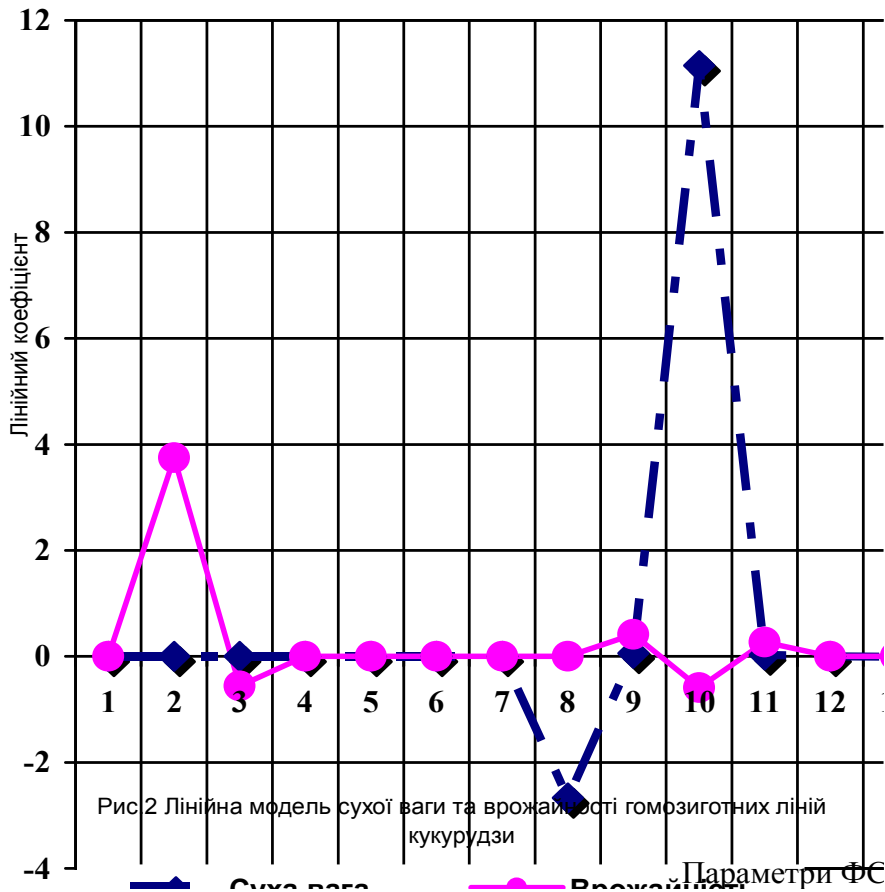


Рис.2 Лінійна модель сухої ваги та врожайності гомозиготних ліній кукурудзи

Висновок. Застосувавши лінійну модель та створений на її основі програмний продукт, що надають можливість отримувати значення сумуючих змінних на основі відомостей про незалежні змінні, показана можливість прогнозування продуктивності гібридних форм кукурудзи, які характеризуються високим рівнем прояву гетерозису за показниками сухої ваги та зернової продуктивності.

Література

1. Гуляев Б.І. Екофізіологія фотосинтезу: досягнення, стан та перспективи досліджень // *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть*. – К.: Фотосоціоцентр, 2001. – Т. 1. – С. 60-74.
2. Конарев В.Г. Биохимические и молекулярно-генетические аспекты гетерозиса (с.-х. культур) // *Вестник с.-х. науки*. - 1974. - №12. - С. 1-10.
3. Манзюк С.Г. Изучение взаимосвязи физиолого-биохимических показателей с проявлением гетерозиса // *Селекция и семеноводство: Респ. межвед. науч. сборн.* - 1979. - Вып. 41. – С. 86-96.
4. Масикевич Ю.Г. Морфометрическая характеристика ассимиляционного аппарата прямых и реципрокных гибридов кукурузы // *Цитология и генетика*. - 1994. - 28, №2. – С. 19-25.
5. Масикевич Ю.Г., Булко О.П., Пендерецкая А.Г., Гончарук М.И. Цитологические проявления гетерозиса у кукурузы // *Весті Академії Наук Беларусі. Сер. біял. навук*. - 1994.- № 2. – С. 25-28.

6. Масікевич Ю.Г., Орлов П.А., Решетников В.Н., Крылов О.А., Масный М.Н., Шкабара Т.Л. Ультраструктура хлоропластов мезофилла и обкладки гетерозисных гибридов кукурузы и их исходных форм // ДАН Беларуси. -1993. – 37, №6. – С. 59-61.
7. Масікевич Ю.Г., Шкабара Т.Л. Структура и фотохимическая активность фотосинтетического аппарата гетерозисных гибридов кукурузы // Физиол. и биох. культ. растений. - 1994. - 26, №2. – С.55-63.
8. Масікевич Ю.Г., Шкабара Т.Л. Ядерно-цитоплазматический контроль РНКазной функции клеточных оргanelл гетерозисных гибридов кукурузы и их исходных форм // С.-х. биология. - 1990. - № 3. - С. 183-185.
9. Масікевич Ю.Г. Ядерно-цитоплазматична зумовленість світлових реакцій хлоропластів гетерозисних гібридів кукурудзи // Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна.- 2006.- № 729.- Серія: біологія, випуск 3.- С.100-104.
10. Масікевич Ю.Г. Активність процесів світлової фази як один із механізмів регуляції процесу фотосинтезу в гетерозисних гібридів кукурудзи // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Біологія.- 2006.- №1 (28).- С. 46-50.
11. Масікевич Ю.Г., Малик І.В. Моделювання фотосинтетичної продуктивності гетерозисних гібридів рослин // Інтелектуальні системи прийняття рішень та інформаційні технології: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Чернівці, 17-19 травня 206 р.).- Чернівці: Рута, 2006.- С.193-195.
12. Юрченко І. В., Ясинська Л. І., Ясинський В. К. Методи стохастичного моделювання систем. – Чернівці: Прут, 2002. – 442 с.
13. Яковлев А.П. Физиологические основы гетерозиса и его прогнозирование у растений: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. - М., 1971. – 52 с.
14. Ясинський В. К. Курс методів обчислень. –Чернівці: Прут, 2003.–354 с.
15. Bircher J.A., Auger D.L., Riddle N.C. In Search of the molecular basis of heterosis // Plant Cell.- 2003.- 15, № 10. – P. 2236-2240.
16. Rhoades M.M. Gene induced mutation of a heritable cytoplasmic factor producing male sterility in maize // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. - 1950. – 30, № 11. - P. 634-643.

Аннотація. Ю. Г. Масікевич Показана можливість прогнозування величини зернової продуктивності простих межлинейних гібридів кукурузи на основі значень незалежних сменних показателів фотосинтетичного апарату.

Ключевые слова: кукуруза, гетерозис, фотосинтетический аппарат, линейная модель.

Abstract. Yu. G. Masykevich Possibility of prognostication of size of the corn productivity of simple interlinear hybrids of corn is on the basis of values of independent removable indexes of photosynthetic apparatus.

Key words: maize, heterosis, photosynthetic apparatus, line model.

Поступила в редакцію